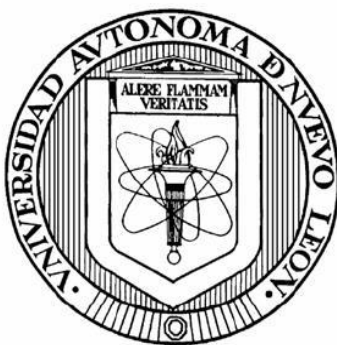


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

POSGRADO CONJUNTO  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DINOPROST TROMETAMINA (LUTALYSE)  
SOBRE EL COMPORTAMIENTO SEXUAL EN CARNEROS JÓVENES

TESIS

Presentada por

MVZ ANGEL FERNANDO DÍAZ MUÑIZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
Maestría en Ciencia Animal

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DINOPROST TROMETAMINA (LUTALYSE)  
SOBRE EL COMPORTAMIENTO SEXUAL EN CARNEROS JÓVENES

TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL PRESENTA

MVZ ANGEL FERNANDO DIAZ MUÑOZ

Comité de Tesis

Dr. Fernando Sánchez Dávila

Presidente

Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres

Secretario

Dr. Hugo Bernal Barragán

Vocal

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer primeramente a las instituciones que hicieron que esta investigacion se pudiera realizar acabo, a la UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON, por darme la oportunidad de hacerme crecer profesionalmente, al CONACYT por darme el apoyo economico que necesite, para la realizacion de la investigacion, tambien quiero agradecer a la UNIDAD ACADEMICA MARIN y a todos los trabajadores que se involucraron en mi tema por brindarme la ayuda y la guia necesaria para poder realizar mi trabajo, a mi director de tesis el Dr, Fernando Sanchez Davila por su confianza y paciencia y sobre todo todas sus enseñanzas, a los profesores que dentro del posgrado me guiaron dia con dia para formarme de mejor manera en el ambito profesional y personal, tambein quiero hacer una mencion especial y agradecer todo el apoyo que recibí por parte de mi pareja, mi compañera de vida que gracias a la ayuda de ella esta invesitgacion fue la mejor experiencia de mi vida, a todos y cada uno de los que me apoyaron de cualquier manera, infinitas gracias.

## **DEDICATORIA**

Dedicada para mi madre y a mi padre, que son mi pilar y mi modelo para seguir adelante y siempre ser el mejor en lo que me proponga.

A mis hermanos que siempre me apoyaron de todas las maneras posibles para que yo siguiera adelante y poder realizar este proyecto.

A mi novia, el amor de mi vida, infinitas gracias por siempre estar para mi en todo lo que necesite, gracias al esfuerzo que realizo junto conmigo durante toda esta travesia para poder realizar toda la investigacion.

A mi asesor principal por darme las herramientas y la ayuda necesaria siempre que se necesito.

A los trabajadores, tecnicos y estudiantes que se involucraron y aportaron su ayuda para mi trabajo, gracias por toda la ayuda que me brindaron.

A mis compañeros de grupo por hacer que este posgrado haya sido la mejor experiencia de mi vida por encontrar buenas amistades que se que siempre estaran ahí para brindarme su apoyo.

## I. INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	v
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
I. Introducción.....	1
II. Revisión de Literatura.....	2
II.1. Población global y nacional de ovinos.....	2
II.2. Bondades reproductivas de las razas de pelo.....	4
II.3. Espermatogenesis del carnero.....	5
II.4. Prostaglandinas.....	8
II.4.1. Uso en los machos.....	9
II.5. Comportamiento sexual.....	11
II.6. Estacionalidad y estrategia reproductiva.....	12
II.7. Factores nutricionales que influyen en la reproducción de los ovinos.....	14
III. Materiales y Métodos.....	115
III.1. Ubicación.....	17
III.2. Manejo de los corderos.....	115
III.3. Comportamiento sexual.....	17
III.4. Analisis estadistico.....	18
IV. Resultados.....	119
V. Discusión.....	24
VI. Conclusiones.....	26
VII. Referencias bibliograficas.....	26

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.- Países con la mayor población ovina en América.....	3
Tabla 2. Efectos principales de la semana sobre el comportamiento sexual y desarrollo corporal en carneros de pelo Saint Croix tratados con Dinoprost Trometamina (Media±EE).....	19

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Dinamica poblacional de ovinos a nivel mundial. Fuente: FAO.....	2
Figura 2.- Distribucion de la poblacion de ovinos.....	3
Figura 3.- Estructura anatomica del espermatozoide y sus partes.....	7
Figura 4.- Estructura quimica de las prostaglandinas.....	8
Figura 5.- Interacción de número de olfateos a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina.....	20
Figura 6.- Interacción de número de flehmen a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina.....	20
Figura 7.- Interacción de intentos de monta a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina.....	21
Figura 8.- Interacción de número de montas a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina.....	22





## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar si la aplicación de una sola aplicación de Dinoprost trometamina mejora el comportamiento sexual en carneros sin experiencia. El estudio se realizó con 24 carneros Saint Croix ( $16,1 \pm 1,1$  meses), que fueron asignados a dos tratamientos. Durante 5 semanas, se realizaron quince pruebas de comportamiento sexual (5 min.) con dos ovejas en anestro; para cada oveja se introducía un carnero tratado y un testigo y se registraba todas las variables del comportamiento sexual. El grupo tratado con dinoprost recibió una dosis única de Dinoprost (10 mg. Im. Lutalyse, Zoetis) inmediatamente antes de la prueba, el grupo de control, los carneros recibieron solución salina.

Los carneros tratados con Dinoprost mostraron menos olfato anogenital ( $6.48 \pm 0.39$  vs  $9.23 \pm 0.39$ ,  $P < 0.0001$ ), montas con eyaculado ( $0.11 \pm 0.03$  vs  $0.25 \pm 0.03$ ,  $P < 0.0005$ ). Se presentó una interacción de semana con tratamiento para las variables olfateos ( $P < 0.0001$ ), flehmen ( $P < 0.05$ ), intento de monta ( $P = 0.09$ ) y número de montas ( $P = 0.02$ ).

En general, la administración de una sola dosis de dinoprost antes de la prueba no tiene un efecto positivo sobre el desarrollo del carnero o el comportamiento sexual. Se debe considerar que en este estudio solo se administra una fuente de prostaglandina, una dosis de este análogo, inmediatamente antes de que se hayan realizado las pruebas de comportamiento sexual, por lo que se deben realizar más estudios que involucren otros análogos, dosis o regímenes de administración.

## SUMMARY

The objective of this study was to determine if a single application of Dinoprost tromethamine improves sexual behavior in inexperienced rams. The study was conducted with 24 Saint Croix rams ( $16.1 \pm 1.1$  months), which were assigned to two treatments. During 5 weeks, fifteen sexual behavior tests (5 min) were performed with two ewes in anestrus; for each ewe, a treated ram and a control ram were introduced and all sexual behavior variables were recorded. The dinoprost treated group received a single dose of Dinoprost (10 mg. Im. Lutalyse, Zoetis) immediately prior to the test, the control group rams received saline solution.

Dinoprost treated rams showed less anogenital sniffing ( $6.48 \pm 0.39$  vs.  $9.23 \pm 0.39$ ,  $P < 0.0001$ ), mating with ejaculate ( $0.11 \pm 0.03$  vs.  $0.25 \pm 0.03$ ,  $P < 0.0005$ ). There was an interaction of week with treatment for the variables sniffs ( $P < 0.0001$ ), flehmen ( $P < 0.05$ ), mating attempt ( $P = 0.09$ ) and number of matings ( $P = 0.02$ ).

In general, administration of a single dose of dinoprost before testing does not have a positive effect on ram development or sexual behavior. It should be considered that in this study only one source of prostaglandin, a dose of this analog, is administered immediately before sexual behavior testing has been performed, so further studies involving other analogs, doses, or administration regimens should be conducted.

## **I. Introducción**

Alrededor del mundo, los productores de ovinos han utilizado a lo largo de los años, diferentes métodos para aumentar la producción en sus ovejas, los cuales puedan beneficiar a través del tiempo la productividad, rentabilidad y sobre todo mejorar el bienestar de sus animales. En los rebaños ovinos, se han implementado diferentes técnicas reproductivas, que están conectadas unas con otras para poder incrementar la calidad genética y por lo tanto la productividad de los mismos. Particularmente en los últimos años, el uso de esas tecnologías se han desarrollado e implementado en carneros para incrementar el libido sexual, calidad seminal y que impacte en la capacidad de fecundación de ellos (Egu et al., 2016). Un ejemplo de lo anterior ha sido el uso de fármacos hormonales como los son la gonadotropina corionica equina (eCG) y humana (hCG), así como las prostaglandinas sintéticas que en varias especies han tenido efecto en un incremento en la libido y calidad seminal en machos, afectando en la rapidez en la cual se restaurara el nivel óptimo de espermatozoides de cada eyaculado (Estienne et al, 2014), demostrándose que existen receptores para estas hormonas al menos en el tracto reproductivo del ratón macho y el jabalí (Estienne et al, 2014).

De igual forma, investigaciones realizadas en verracos, demuestran que la disminución de las concentraciones de LH, testosterona y estradiol no presentaron efectos negativos sobre el libido sexual, si no que aumento la velocidad en la cual los machos aprendían a montar con una vagina artificial (Estienne 2003). Cabe mencionar que el número de montajes falsos disminuyó con el tratamiento de Dinoprost Trometamina (Estienne 2003). Animales silvestres, tal es el caso en los jabalíes maduros, cuando pierden interés en montar cerdas en celo de 30 a 60 días después de la castración, pueden restablecerse el deseo sexual mediante el tratamiento con testosterona y estradiol.

En base a lo anterior, la hipótesis del presente estudio fue que el uso de las prostaglandinas tendrá un efecto positivo sobre el comportamiento sexual en carneros Saint Croix.

El objetivo fue determinar cómo afecta una dosis única de Dinoprost Trometamina actúa sobre el comportamiento sexual en carneros de pelo.

## II. Revisión de Literatura

### II.1. Población global y nacional de ovinos

El principal objetivo de la crianza de ovinos es la producción de carne para el consumo humano, siendo los países tropicales donde se ha tenido un mayor incremento. La población ovina a nivel global ha tenido un crecimiento diferente entre continentes o regiones del mundo (Figura 1).

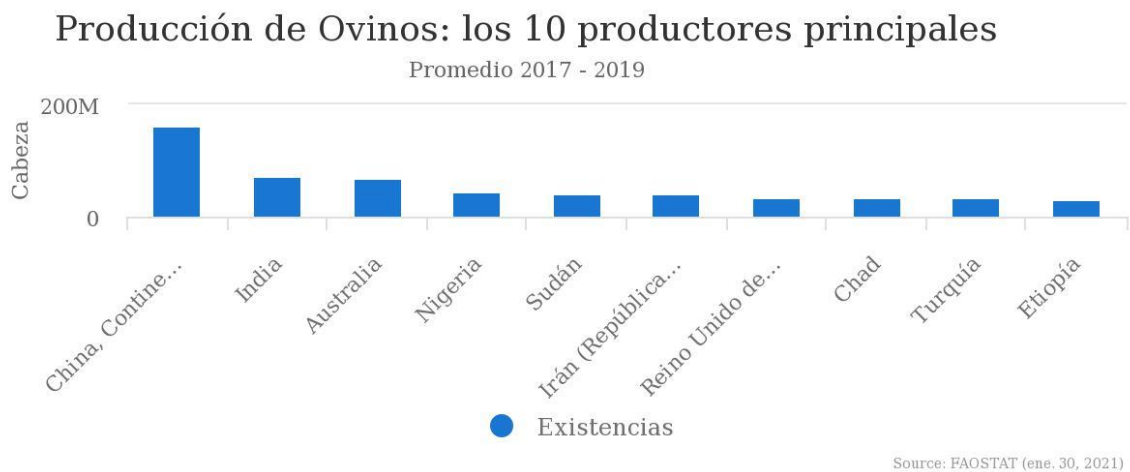


Figura 1.- Dinamica poblacional de ovinos a nivel mundial. Fuente: FAO

Hasta el 2018, el continente africano y el asiático tuvieron más del 70 % de la población ovina, comparado con el continente americano que solamente abarca el 7.2% de la población mundial con 87 millones de cabezas.

### **Distribución continental de la población ovina. 2014**

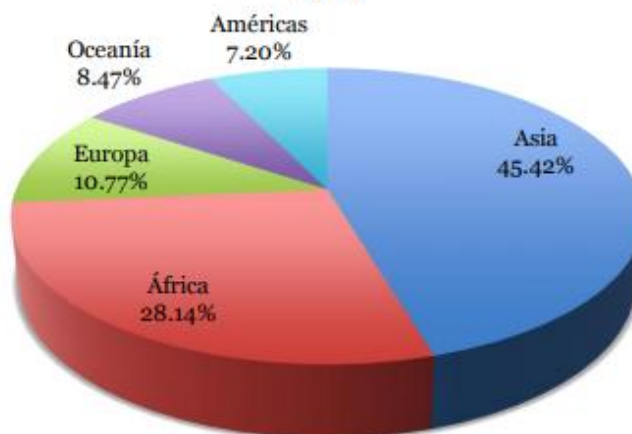


Figura 2.- Distribucion de la poblacion de ovinos

Si hablamos a nivel de países, China es el país con la mayor población de ovinos; le siguen Australia, India e Irán. Para el continente americano (Tabla 1), México se encuentra en la quinta posición con arriba de 8 millones de cabezas. Brasil ocupa el primer lugar en población de ovinos seguidos por Argentina y Perú.

Tabla 1.- Países con la mayor población ovina en América

País	Nr cabezas
Brasil	17,614,454
Argentina	14,700,000
Perú	12,415,395
Bolivia	9,499,147
México	8,575,908
Uruguay	8,200,000
Estados Unidos de America	5,245,000
Chile	3,300,000
Cuba	2,173,400
Cánada	874,700

## **II.2. Bondades reproductivas de las razas de pelo**

Las razas ovinas de pelo presentan una excepcional forma de adaptarse, son capaces de adaptarse a ambientes extremos en condiciones extremadamente áridas, las hembras cuentan con un instinto maternal demasiado fuerte con una larga vida productiva y presentan mucha facilidad en el parto, en condiciones de pastoreo los ovinos alcanzan pesos de hasta 45 kg a la edad de 3 meses y medio. En cuanto a fertilidad, las razas de pelo son fértiles, teniendo un porcentaje de preñez y de partos muy alto. Los ovinos de pelo son muy resistentes y se adaptan con mucha facilidad, se pueden adaptar a una gran variedad de sistemas de manejo.

Las razas son ideales para el pastoreo, en tiempos de frío desarrollan una capa de pelo gruesa que les sirve para aguantar los climas extremos que pierden cuando empiezan las temporadas de calor (Quintanilla-Medina et al. 2018).

## **II.3. Espermatogénesis del carnero**

La espermatogénesis es un proceso continuo y altamente organizado por el cual las espermatogonias pasan a través de divisiones mitóticas y meióticas y transformaciones citológicas complejas que dan como resultado la formación de espermatozoides a lo largo de la vida adulta del macho (Zeng et al., 2006). En cualquier lugar dado en el túbulo seminífero, el inicio de la diferenciación de las células madre espermatogoniales es cíclico y es seguido por una diferenciación ordenada y escalonada de las células de la progenie en espermatozoides maduros (Johnson et al., 2000). La secuencia de eventos que ocurre desde la desaparición de una determinada asociación celular hasta su reaparición en un área determinada del epitelio seminífero constituye el ciclo del epitelio seminífero (Fourie et al., 2004).

El intervalo de tiempo requerido para que aparezca una serie completa de asociaciones celulares en un punto dado dentro de los túbulos seminíferos se llama duración del ciclo del epitelio seminífero (Oatley et al., 2005). La duración total de la espermatogénesis toma alrededor de 4.5 ciclos en mamíferos (Franca et al., 2004) y está bajo el control del genotipo

de células germinales (Fourie et al., 2004). En general, se ha considerado que la duración del ciclo espermatogénico es constante para una especie determinada, aunque se han informado diferencias entre cepas o razas para miembros de la misma especie (Hedia et al., 2019). En carneros, la duración del ciclo espermatogénico y la duración total de la espermatogénesis son 10,6 y 47 a 48 días, respectivamente (Johnson et al., 2000).

El proceso por el cual se producen los espermatozoides se le denomina espermatogénesis y se divide en dos etapas fundamentales, la espermatocitogénesis, que es la etapa primera donde se dan las divisiones celulares por mitosis y meiosis de las espermatogonias hasta que se llega a formar la espermátide (Franca et al., 2005). Durante la segunda etapa, la espermiogénesis se produce una diferenciación celular de las espermátides hasta espermatozoides. El resultado final son los espermatozoides maduros que se cumplen como función transmitir la información genética en la fecundación (Neto et al, 2016).

Cuando las células germinales que se formaron en el proceso son liberadas al interior de los tubos seminíferos, se le conoce como espermiación (Franca et al., 2005) Después de este proceso pasan a través de la rete testis e ingresan al epidídimo a través de los vasos eferentes, donde después de todo este proceso, los espermatozoides se mantienen en el epidídimo aproximadamente 16 días (Neto et al., 2016).

Los conductos eferentes, la cabeza y el cuerpo del epidídimo se les considera áreas de maduración de los espermatozoides, mientras que a la cola del epidídimo se le da la función de almacenamiento antes de que ocurra la eyaculación (Franca et al., 2005).

En el proceso de maduración de los espermatozoides ocurren múltiples cambios funcionales como lo son el desarrollo potencial para la motilidad sostenida, pérdida de agua y migración distal o como también se le conoce pérdida de la gota citoplasmática (Hochereau et al., 1987).

El semen es el producto final de la espermatogénesis y es un líquido orgánico que es formado por los espermatozoides y también por las secreciones que los órganos accesorios que van al aparato reproductor, se le conoce como plasma seminal a la porción líquida de este mismo (Guraya, 2012)

Estos espermatozoides son células largas compuestas por una cabeza aplanada, que es la que contiene el núcleo de estos, el acrosoma que es la parte que rodea la porción anterior de la cabeza y también posee una cola que es la encargada de la motilidad celular (Guraya, 2012).

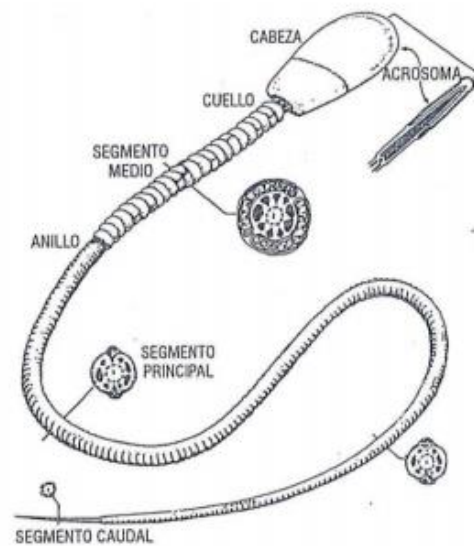
El núcleo dentro de la cabeza ocupa casi toda el área y contiene dentro cromatina muy compacta, el contenido que lleva dentro es el ADN nuclear y también tiene forma haploide (Assinder et al., 2000). Cubierto por el acrosoma se encuentra el extremo anterior del núcleo espermático, este se forma durante las últimas etapas de la formación de los espermatozoides, esta estructura contiene acrosina hialuronizada y otras enzimas hidrolíticas mas que participan en el proceso de la fecundación (Guraya, 2012).

La cola de los espermatozoides es el organelo que se encarga del movimiento de estos mismos y también es la que se encarga de la propulsión de los mismos en los líquidos, esta cola se encuentra conectada a la cabeza mediante un cuello corto, a esta zona se le conoce como la región de implantación (Neto et al., 2016).

La cola se divide en tres porciones, el segmento medio, el principal y el caudal, también existe un núcleo axial que mayormente se conforma por una serie de elementos contractiles que son las fibrillas. La contracción de estas fibrillas es la responsable de que se de el movimiento de estos espermatozoides (Hochereau et al., 2019). La porción terminal es corta y con ella terminan los microtúbulos del axonema (Franca et al., 2005).

El plasma seminal casi no se forma en los testículos y tampoco contribuye mucho en la producción de este, el plasma seminal tiene tres funciones principales, siendo estas el movimiento de los espermatozoides y actua como vehículo, activa a los esperamtozoides que anteriormente se encontraban inmóviles y proporciona un medio rico en nutrientes que ayudan a mantener vivos a los espermatozoides en el aparato genital de la hembra. (Gouletsou yFthenakis, 2010; Martin et al., 2010; Velasco et al., 2021).

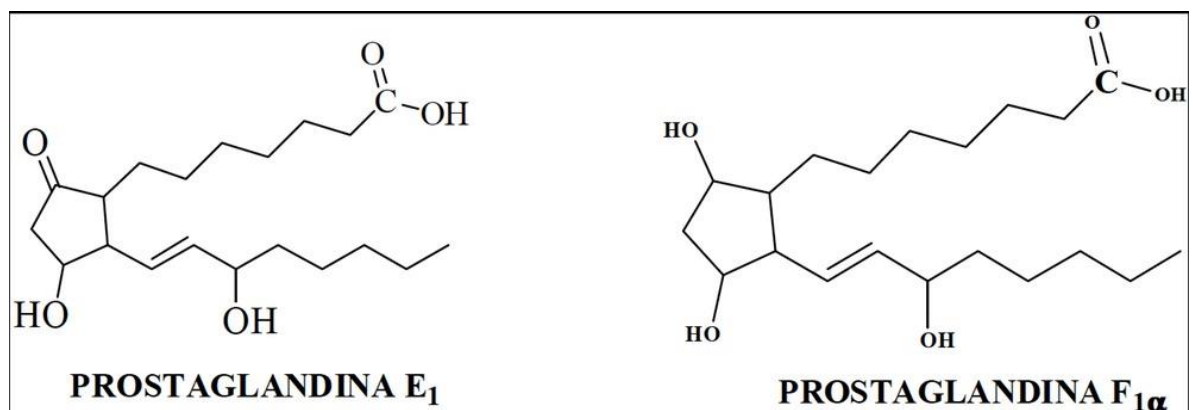




**Figura 3: Estructura anatómica del espermatozoide y sus partes.**

## **II.4 Prostaglandinas**

Las prostaglandinas son hormonas que se dividen en dos tipos, pueden ser hormonas uterinas naturales o luteolíticas sintéticas, son aminoácidos grasos insaturados que tienen 20 átomos de carbono, estas tienen un anillo ciclopentano y cuentan con dos cadenas laterales, (Hertelendy y Zakar, 2004) y al igual que las demás hormonas de la serie F, cuentan con un grupo oxidrilo en la posición 9 y es una sustancia que controla la duración del ciclo estral en las hembras y también se encarga de controlar el tiempo de vida del cuerpo lúteo (Amiridis y Cseh, 2012; Abecia et al., 2012). El mecanismo por el cual actúan estas hormonas se relaciona con ciertos receptores específicos de membrana que activan proteínas G específicas, desencadenando la cascada de AMPc y también liberan calcio por medio de fosfatidil inositol (Fortier et al., 2008).



**Figura 4: Estructura química de las prostaglandinas, Fuente; Libro electrónico de Bioquímica; elaborada por el mismo autor.**

De las prostaglandinas sintéticas que más se utilizan, se encuentran el Triaprost, el Cloprostenol y el Fenprostaleno, estas se encargan de regular la vida del cuerpo lúteo. (Fortier et al., 2008). El objetivo primordial de estas hormonas es que en animales que no están gestantes puedan volver a entrar en un estado fértil lo más pronto posible. (Weems et al., 2006). Se ha demostrado en estudios realizados que la administración de análogos de prostaglandinas no tienen efecto los primeros 5 días del ciclo estral ni después del día 18 del mismo, ya que no son capaces de provocar la luteólisis ya que este mismo se ha iniciado por el efecto de las prostaglandinas que se producen en el endometrio (Takahashi et al., 2018).

Uno de los objetivos por el cual se aplica la administración de prostaglandinas es poder manipular el tiempo que dura el ciclo estral (Baruselli et al., 2004; De Rensis et al., 2012; Fierro et al., 2013) con la regresión del cuerpo lúteo produciendo así, una disminución de los niveles de progesterona en sangre, lo cual a su vez permite la liberación de las hormonas liberadoras de las gonadotropinas (GnRH) que se producen en la hipófisis anterior y así el animal pueda volver a presentar estro (Binelli, 2006).

Estudios realizados en 1984 por Tanabe demostraron que la administración de PGF<sub>2</sub>α en época de diestro tardío, se obtuvo un total de 100% de estros en diferentes dosis, en cuanto a estro temprano se obtuvo un porcentaje del 66%, mientras que el otro 34% no presentaron estro ni ovulación.

Desde los años 60 se describieron que la acción de las prostaglandinas tiene efecto sobre los vasos útero-ováricos, ya que estas los constriñen y así producen una isquemia y una falta de nutrición de las células luteales, otras teorías sugieren que las PGF2 $\alpha$  actúan interfiriendo sobre la síntesis de progesterona o que estas compiten con la LH por los receptores específicos o destruyendo los receptores de LH (Dorniak et al., 2011). Asimismo, la liberación de oxitocina es estimulada por las prostaglandinas por medio de las células luteales grandes ya que estas aumentan la liberación de ET-1 por parte de las células endoteliales microvasculares de la superficie basal de las células luteales y dando inicio al pico de liberación de ET-1 intraluteal, lo que provoca que la P4 disminuya en las células luteales y al mismo tiempo produce vasoconstricción de arteriolas y la caída del flujo sanguíneo después de su aplicación (De Rensis et al., 2012).

#### **II.4.1. Uso en los machos**

Es un hecho bien conocido que la PGF2 $\alpha$  son componentes del líquido seminal en muchas especies, como son verracos, ovinos y perros (Sen et al., 2015; Bedos et al., 2016). Esta hormona está relacionada con el aumento de la contractilidad en los tractos genitales del macho y de la hembra mamífera (Cebisen et al., 2019). También las prostaglandinas se han utilizado en algunas especies como el toro y el verraco con algunos efectos en el proceso de eyaculación y pudiendo tener algún efecto sobre la libido (Jalmeria et al., 2020). Se ha demostrado que la PGF2 $\alpha$  exógena provoca masturbación, erección espontánea y eyaculación en el macho canino (Traas et al., 2004).

También se ha utilizado para la eyaculación ex-cópula en sementales bovinos (Jalmeria et al., 2020) y caninos (Traas et al., 2004). En el músculo liso del cuerpo cavernoso del conejo, las prostaglandinas endógenas tienen un efecto local sobre el refuerzo de las contracciones espontáneas y mediadas neuralmente y mejorando la detumescencia del pene (Capitan et al., 1990; Mann y Lutwak-Mann, 2012). En varios estudios se ha encontrado un efecto positivo sobre el volumen de eyaculación y la concentración espermática en caninos (Kustritz et al., 2007) y en toros (Masoumi et al., 2011). Asimismo existen evidencias que la PGF2 $\alpha$  causa contracciones en el sistema reproductor masculino del macho canino (Traas et al., 2004). Pero por ejemplo, en el verraco, la concentración de espermatozoides no se

vio afectada por la administración de  $\text{PGF2}\alpha$ , aunque se ha informado de un aumento en el volumen del semen. El mecanismo detrás de este aumento aún no se ha entendido completamente. Sin embargo, en chivos el efecto de la  $\text{PGF2}\alpha$  ha mostrado efectos perjudiciales sobre la calidad seminal, aunado a una reducción en el libido sexual (Cebisen et al., 2019), afectando la reacción antes de la eyaculación. Esto sugiere, que las prostaglandinas están involucradas en el desarrollo de la hipertermia y la respuesta de la hormona Adrenocorticotrópica (ACTH) inducida por el estrés psicológico del semental, al menos esto se reporta en los caballos (Şen y Akcay, 2015).

Asimismo, un estudio realizado en verracos (Estienne, 2014), se demostró que la aplicación de prostaglandinas aumentó el número de montas y también el número de eyaculaciones para la recolección de semen utilizando vaginas artificiales.

Así mismo, descubrieron que el uso de las prostaglandinas hizo que se disminuyeran la cantidad de veces que el cerdo se tenía que llevar al corral de entrenamiento para la recolección de semen antes de declararlo como capacitado para dar servicio de monta natural (Estienne, 2000).

## **II.5 Comportamiento sexual**

El comportamiento sexual de los machos es el que más se ha estudiado a lo largo de los años, debido a que este comportamiento es muy variado entre especies, aunque comparten características esenciales que se pueden observar en casi todas las especies, algunas de estas características son la penetración, los impulsos pélvicos y la eyaculación (Beracochoea et al., 2018). Dentro de las especies de importancia zootécnica, la que más se ha estudiado el comportamiento sexual, ha sido el carnero desde 1940 (Ungerfeld, 2012).

Sachs y Meisel (1988) realizaron una investigación donde se estudiaron los términos de motivación y rendimiento, la motivación se refiere a la fase previa del acto sexual y el rendimiento es cuando este acto sexual se realiza, este primer término se refiere a la primera fase del comportamiento sexual, y por lo regular ésta ocurre cuando el macho se encuentra con una hembra que está receptiva.

Esto se asocia a que el eje pituitario gonadal se activa justo antes del acto sexual con la hembra, tan solo basta la presencia de la hembra receptiva para activar este eje en el macho, dando como resultado altas concentraciones en sangre de Testosterona y LH; si la hembra que esta frente al macho no se encuentra en estado receptivo, las concentraciones de estas hormonas estarán en niveles bajos en sangre. (Alexander, et al., 1994; Amstislavskaya y Popova, 2004). Además, que se ha visto que el macho muestra mayor interés por una hembra que se encuentra en estro (Hetta y Meyerson, 1978).

Después de la actividad sexual, los niveles de corticosterona y testosterona en plasma sanguíneo se ven aumentados en los machos en diferentes especies de mamíferos, esto se ha encontrado más en machos con mayor experiencia sexual, aunque la corticosterona aumenta tanto en machos con experiencia sexual como sin experiencia sexual.

La experiencia sexual tiene influencia sobre la testosterona cuando hay un estímulo sexual, siendo esto, capaz de facilitar al macho la obtención o dándole una manera de expresar asociaciones que aprende entre el ambiente y la actividad sexual. Uno de estos aprendizajes es que el macho que ya tiene experiencia sexual, aprenda a liberar testosterona antes de cada actividad sexual y asocian los estímulos del ambiente con los de la actividad sexual, un ejemplo de estos estímulos, son aprender cual es el olor de la hembra que se encuentra en estro, y tener influencia sobre el eje gonadal, pudiendo mencionar que los machos aprenden con la experiencia sexual de los olores de la hembra que se encuentra en estro (Amstislavskaya y Popova 2004; Bonilla-Jaime et al, 2006).

## **II.6 Estacionalidad y estrategia reproductiva**

En la reproducción, la estacionalidad, es parte fundamental de la selección natural, es un mecanismo que desarrollan los animales como una estrategia para calmar o minimizar los efectos que impactan en la reproducción, como lo es el medio ambiente que incluye los factores de humedad, la temperatura y la disponibilidad de alimento que pueden tener para lograr que sus crías sobrevivan (Lincoln, 2002; Karsch et al, 1984; Malpoux et al, 1996). Todo esto con la finalidad de que los nacimientos ocurran en la época del año que más les favorece, como es la abundancia de alimento que puedan llegar a tener y a la temperatura

ambiental adecuada. Los ovinos presentan por lo regular dos etapas fisiológicas al año que están ya bien definidas (Barrell et al, 1992). Primero, presentan una fase de anestro estacional, donde no se presentan ciclos estrales regulares, ausencia de receptividad sexual y también presentan ausencia de ovulación; en el caso de los machos, se detiene la producción de espermatozoides y el deseo sexual es nulo, la otra etapa fisiológica que presentan es conocida como la época reproductiva, en las hembras es cuando se presentan los estros y comienzan a ovular, en los machos se restablece la producción de espermatozoides y el deseo sexual (Legan y Karsch, 1979; Malpaux et al, 1997).

El principal factor que se encarga de regular estos procesos fisiológicos es el fotoperíodo, en las ovejas se presenta como un proceso neurofisiológico que es capaz de transformar la luz en una señal hormonal a través de síntesis de varias hormonas y poder detectar las variaciones de luz a lo largo del día (Williams y Helliwell, 1993; McMillen et al, 1995; Arendt, 1998; Malpaux et al, 2002).

El fotoperíodo (horas luz del día) es el factor medioambiental que los animales toman como señal que les permite determinar cuál es el momento óptimo para reproducirse y para que sincronicen su ciclo reproductivo anual, repitiéndose esto a través de los años. Las especies estacionales como los ovinos y caprinos, utilizan una red neural a nivel central y transforman la luz en una señal hormonal; todo esto debido a la síntesis y secreción de melatonina (Bittman y Karsch, 1984; Malpaux et al, 1996). Por otra parte, en ciertas latitudes, la producción de ovinos está basada en una alimentación de pasturas naturales, las cuales dependen de ciertos factores ambientales como son la luz, temperatura y humedad y generando por lo tanto una adaptación dinámica (Ungerfeld, 2012).

Por eso existen especies que pueden llegar a reproducirse solamente en ciertas temporadas del año, a estas se les conoce como estacionales, en el caso del ovino, esta etapa reproductiva se da cuando el fotoperíodo pasa de creciente a decreciente, o a lo que podemos llamar el comienzo del verano (Bronson, 1989, Malpaux et al, 1988).

La diferencia entre los carneros y las ovejas, es que estas últimas permanecen en anestro durante los días largos del año, mientras que los machos permanecen fértiles todo el año y no pasan por un período determinando por circunstancias ambientales; estos machos tienen un nivel reproductivo más alto en las temporadas de calor o temporadas reproductivas

fértiles (Pérez-Clariget, 1998). Por lo tanto, la duración de la estación reproductiva esta influenciada por varios factores, como la raza y la latitud en la que se explotan las ovejas. Diversos estudios demuestran que los carneros muestran una mayor actividad en ciertas temporadas que se extienden desde fines de diciembre a junio (Gastel et al., 1995; Ungerfeld, 2012).

## **II.7 Factores nutricionales que influyen en la reproducción de los ovinos.**

A lo largo del tiempo se han realizado diferentes estudios para determinar cuál es la influencia que tiene la nutrición en la reproducción de los animales y estos estudios han concluido de manera general que la secreción de GnRH disminuye en animales que tienen una alimentación baja (Tatman et al, 1990; Schillo 1992; Keisler et al, 1996; Snyder et al 1999).

Aun así, el mecanismo por el cual las señales metabólicas que genera una alimentación deficiente son captadas a nivel central para que puedan regular la secreción de GnRH, no se sabe bien a ciencia cierta; se han estudiado diferentes indicadores metabólicos que llegan a participar en este proceso, algunos de estos son la glucosa, ácidos grasos volátiles, ciertos aminoácidos y ácidos grasos no esterificados (Keisler et al, 1996).

También, en los animales de importancia zootécnica, se han estudiado los mediadores endocrinos entre el estado nutricional y los procesos de la reproducción, donde se menciona el factor de crecimiento asociado a la insulina, la hormona del crecimiento, el neuropéptido y la colesistoquinina (Keisler et al 1996). La glucosa se encarga de regular la liberación de GnRH y se llegó a demostrar que los péptidos asociados a la insulina participan también en el control del metabolismo de energía para el cerebro. (Werner et al, 1989). Los estudios realizados por Snyder y colaboradores en 1999 demuestran que en las ovejas que presentan una condición corporal baja, estériles y tratadas con implantes que contienen estradiol se reduce la IGF-I, lo cual inhibe el aumento de secreción de LH asociado con el comienzo de

la época reproductiva, por lo que se determinó que una nutrición inadecuada puede hacer que el anestro estacional se pueda prolongar.

Blache y colaboradores en el 2000 discutieron sobre otro péptido que podía integrar las señales metabólicas generadas por su estado nutricional con el eje reproductivo, la cual se menciona que la peptina, juega un papel muy importante en la nutrición y en el proceso endocrinológico reproductivo de los mamíferos. Esta proteína, así como el gen que la codifica y los receptores para la hormona se han identificado en ovinos. Tanto en esta especie como en otras, la producción de la peptina es asociada con la masa de tejido adiposo, esta hormona va desde la circulación sistémica hacia el fluido cerebroespinal y posteriormente a los núcleos hipotalámicos, donde puede llegar afectar el apetito del animal y por lo cual también se verá afectada la secreción de GnRH (Blache et al, 2000).

Por otro lado, también se descubrió que el sistema Kisspeptina es el que se encarga de estimular el eje reproductivo en las ovejas (Smith, 2006), ya que se conoce que este tipo de neuronas responden a señales metabólicas y transmiten información a las células GnRH. Blackholer y colaboradores en el 2010, llevaron a cabo un estudio en ovejas con reducido peso corporal bajo y subalimentadas y también con ovejas con peso y alimentación adecuadas para determinar si las células kisspeptina expresan el receptor Ob-Rb para la leptina y los resultados que obtuvieron mostraron que la leptina regula las células kisspeptina que se sabe que son células que estimulan la secreción de gonadotropinas y que tienen un efecto directo en las neuronas que producen GnRH.



### III. Materiales y Métodos

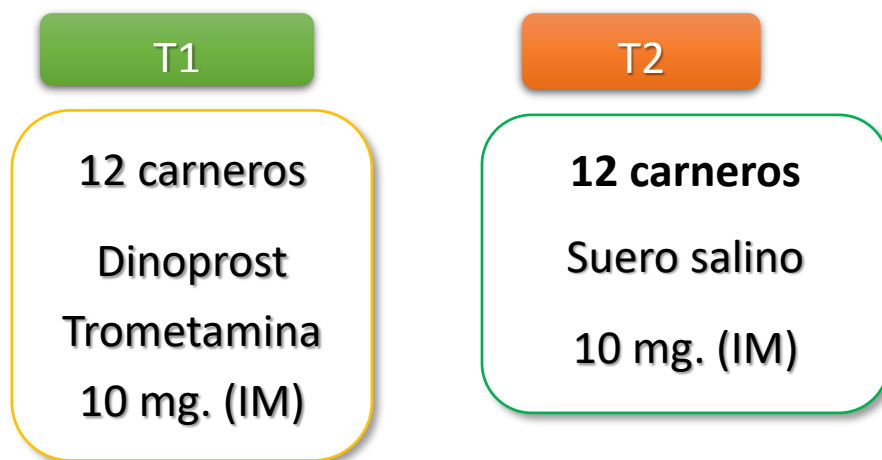
#### III.1. Ubicación

El trabajo se desarrolló de julio a septiembre de 2019 en el laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la Unidad Académica “Marín”, Marín, Nuevo León, México, localizado en las coordenadas geográficas (25 ° 53'N 100 ° 02'W. Con un clima seco, donde la temperatura varía entre los 10 °C a los 21 °C en invierno y de 23 °C a los 35 °C en verano.

#### III.2. Manejo de los corderos

Se utilizaron 24 carneros con un peso promedio de  $57 \pm 8.1$  kg divididos en dos grupos de 12 carneros cada uno. Previo al inicio del estudio, los carneros fueron sometidos a un manejo sanitario preventivo con la aplicación de vitaminas A, D y E, además, de la aplicación de un desparasitante interno a base de ivermectina y Closantel (Zoetis, México) a una dosis única de 0.1 gr/animal vía subcutánea.

Para los carneros del grupo control se le aplicaron 2 ml de suero salino intramuscular, y a los carneros del grupo tratado, se le aplicaron 2 ml (10 mg) de Lutalyse (Dinoprost Trometamina, Zoetis, Guadalajara). (ver diagrama siguiente).



Durante todo el periodo que duró el experimento, los corderos fueron alojados individualmente en corraletas de 2 m<sup>2</sup>, proporcionándoles un concentrado que contenía 14 % de proteína cruda y un 2.2 Mcal/kg de alimento, asimismo, se les proporcionó agua a libre acceso. El consumo promedio que presentaron durante todo el experimento los 24 corderos fue de 1.62 kg/cordero/día. No se midió el consumo individual durante el estudio.

### III.3. Comportamiento sexual

El experimento duro en total cinco semanas, donde se dio un período de adaptación de tres semanas. Durante esas cinco semanas de estudio, el comportamiento sexual se evaluaba los lunes, miércoles y viernes en forma individual a cada pareja de carneros (testigo y tratado), iniciando a las 0700 horas y finalizando a las 1200 horas (Ver diagrama inferior).

LUNES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
PRUEBA DE COMPORTAMIENTO SEXUAL	PRUEBA DE COMPORTAMIENTO SEXUAL	PESAJE Y MEDICION DE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL	PRUEBA DE COMPORTAMIENTO SEXUAL

Cada jueves de cada semana, se registraba el desarrollo corporal mediante la medición del peso vivo (PV, kg) utilizando una báscula Gallagher con capacidad de 1000 kg (W210, Nueva Zelanda), colocando una jaula especial para los carneros de 60 x 100 cm, donde se introducía cada carnero para registrar su peso vivo.

Por otra parte, la circunferencia escrotal (CE) se midió con una cinta para costurera flexible de un metro de largo, sujetando firmemente el par de testículo para proceder a medir el diámetro en cm de la parte media de los testículos.

Las 12 parejas de carneros se evaluaban los tres días a la semana, siendo las variables de comportamiento sexual las siguientes (Sánchez et al., 2020):

- tiempo de inicio del cortejo, tiempo que requiere el carnero ante una oveja para iniciar alguna de las variables que componen el comportamiento sexual, siendo la

más común el número de olfateos (TIC).

- olfateos, es cuando se dirige el carnero a oler la vagina de la oveja (OL).
- flehmen, se define cuando el carnero huele la vagina de la oveja y levanta el labio superior (FL).
- acercamientos laterales, las veces que el carnero se acerca lateralmente para intentar montar a la oveja (AL).
- intentos de monta, cuando el carnero intenta subirse en el lomo de la oveja para intentar montarla (IM).
- monta, las veces que logra montar a la oveja y esta se queda inmóvil, pero sin lograr penetrarla el carnero (M)
- monta con eyaculado, lo anterior, pero cuando realiza la copula y eyacula el carnero (ME).

Primeramente, para evaluar el comportamiento sexual de cada uno de los carneros, se utilizó una oveja en anestro (insertándole una esponja vaginal, acetato de medroxiprogesterona de 65 mg, Sanfer, México), con el objetivo de evitar la presencia de estro (Fierro et al., 2013).

El manejo respectivo fue de la siguiente manera: 5 minutos antes de que se introdujera la pareja de corderos (testigo y tratado) al lugar donde estaba sujeta la oveja del cuello con una cadena en un potro metálico de monta, donde la pareja de carneros tendría oportunidad de cortejarla. La aplicación de los tratamientos (suero salino y de prostaglandina) se realizaba vía intramuscular (IM) respectivamente. Posteriormente eran ingresados al corral (16 m<sup>2</sup>) donde la oveja estaba sujeta e inmóvil y por un periodo de 5 minutos se registraba el comportamiento sexual de cada cordero. El registro de cada par de carneros lo realizaba una sola persona donde se tenían las variables de comportamiento sexual anteriormente mencionadas y se registraba en dos columnas para los dos carneros de un grupo para posteriormente pasar la información recolectada a una base de datos en Excel. En cada día de evaluación de comportamiento sexual se llevaba a cabo para el total de los carneros, y después de finalizada la prueba, se retiraban a sus respectivos corrales individuales.

### **III.4. Análisis estadístico**

Para el análisis de los datos, se utilizó el Software SPSS, versión 18. Las variables de comportamiento sexual fueron analizadas a través de un modelo lineal, donde se tomó como variable independiente, el tratamiento, la semana de estudio y la interacción semana por tratamiento.

Todas las variables de comportamiento sexual se analizaron mediante un análisis de varianza con medidas repetidas. De cada semana de prueba se recolectaron 72 evaluaciones de comportamiento sexual, es decir tres de cada carnero, donde se tomó la semana y el tratamiento, así como la interacción semana x tratamiento como variables independientes sobre cada una de las variables de comportamiento sexual; se realizó una comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey. Las diferencias significativas entre las medias se declararon en  $P < 0.05$ .

#### IV. Resultados

Para el presente estudio, en la tabla 2, se presentan los resultados de las interacciones semana x tratamiento, las cuales fueron significativas para el número de olfateos ( $P<0.0001$ ), flehmen ( $P<0.05$ ), intento de montas ( $P<0.09$ ) y número de montas ( $P<0.02$ ) y se pueden observar en las figuras de la 5 a la 8 respectivamente.

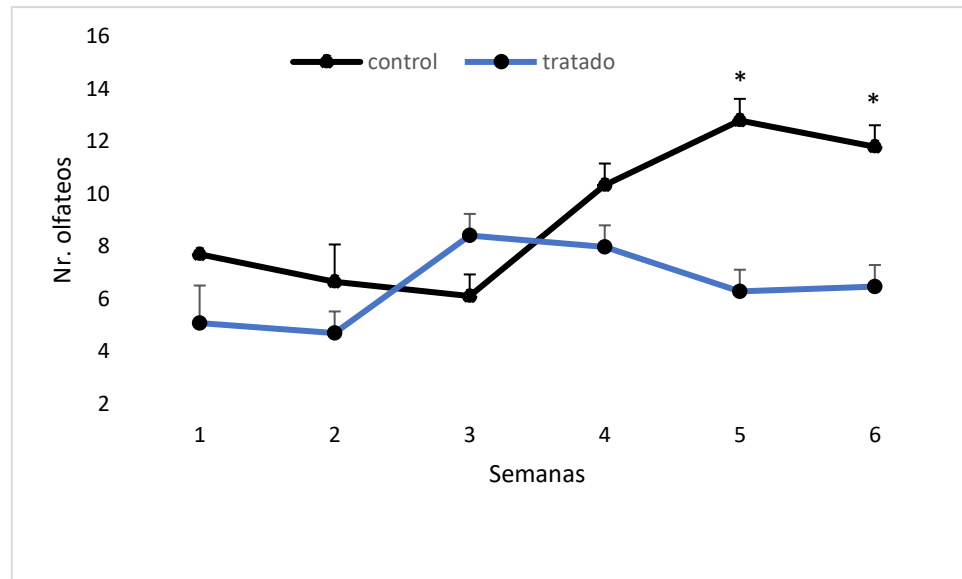
Como efecto principal, se presentó la semana de prueba sobre cada una de las variables de comportamiento sexual estudiadas ( $P<0.0001$ ) a excepción para el peso vivo (tabla 2). Para la interacción semana x tratamiento, no se presentaron diferencias significativas para el peso vivo, circunferencia escrotal, tiempo de inicio de cortejo y acercamientos laterales.

En el caso de la aplicación de Dinoprost Trometamina (grupo tratado), se presentó un efecto sobre el número de montas con eyaculado ( $P<0.0005$ ), sin embargo, para el resto de las variables como son PV, CE, TIC, FL, AL, IM y montas, no se encontraron diferencias significativas.

**Tabla 2. Efectos principales de la semana sobre el comportamiento sexual y desarrollo corporal en carneros de pelo Saint Croix tratados con Dinoprost Trometamina (Media $\pm$ EE).**

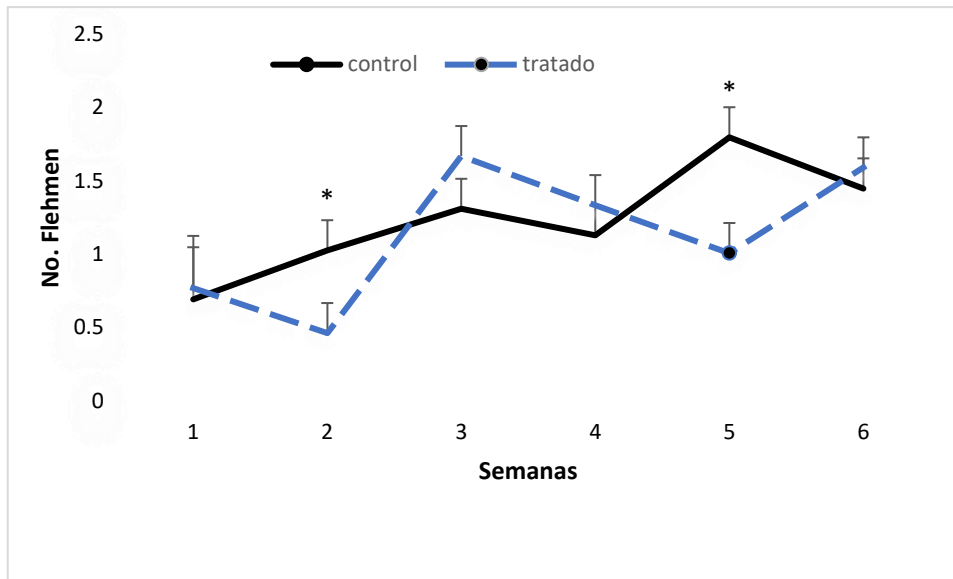
Variable:	Media $\pm$ error estándar	Tratamientos		P>0.05		
		Control: 2 ml cloruro de sodio	Prostaglandina: 10 mg Dinoprost Trometamina	Tratamientos	Semana	Interacción Semana x tratamiento
Peso vivo (kg)	56.59 $\pm$ 0.63	55.87 $\pm$ 0.88	57.31 $\pm$ 0.88	ns	ns	ns
Circunferencia escrotal (cm)	29.21 $\pm$ 0.17	29.43 $\pm$ 0.24	29.59 $\pm$ 0.24	ns	$P<0.0001$	ns
Comportamiento sexual:						
Tiempo inicio de cortejo (seg)	12.39 $\pm$ 1.05	12.60 $\pm$ 1.48	12.18 $\pm$ 1.48	ns	$P<0.0001$	ns
Olfateos	7.85 $\pm$ 0.28	9.23 $\pm$ 0.39	6.48 $\pm$ 0.39	$P<0.0001$	$P<0.0001$	$P<0.0001$
Flehmen	1.19 $\pm$ 0.07	1.23 $\pm$ 0.10	1.15 $\pm$ 0.10	ns	$P<0.0001$	0.05
Acercamientos laterales	6.46 $\pm$ 0.33	6.82 $\pm$ 0.47	6.08 $\pm$ 0.47	ns	$P<0.0001$	ns
Intento de monta	2.31 $\pm$ 0.19	2.59 $\pm$ 0.27	2.02 $\pm$ 0.27	ns	$P<0.0001$	0.09
Monta	0.80 $\pm$ 0.07	0.75 $\pm$ 0.11	0.84 $\pm$ 0.11	ns	$P<0.0001$	0.02
Monta/Eyaculado	0.18 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.03	0.11 $\pm$ 0.03	$P<0.0005$	$P<0.0001$	ns

En la Figura 5, se observa que en las dos primeras semanas y a partir de la 4ª semana olfatearon más los carneros del tratamiento testigo en comparación a los del grupo tratado con Dinoprost trotematina.



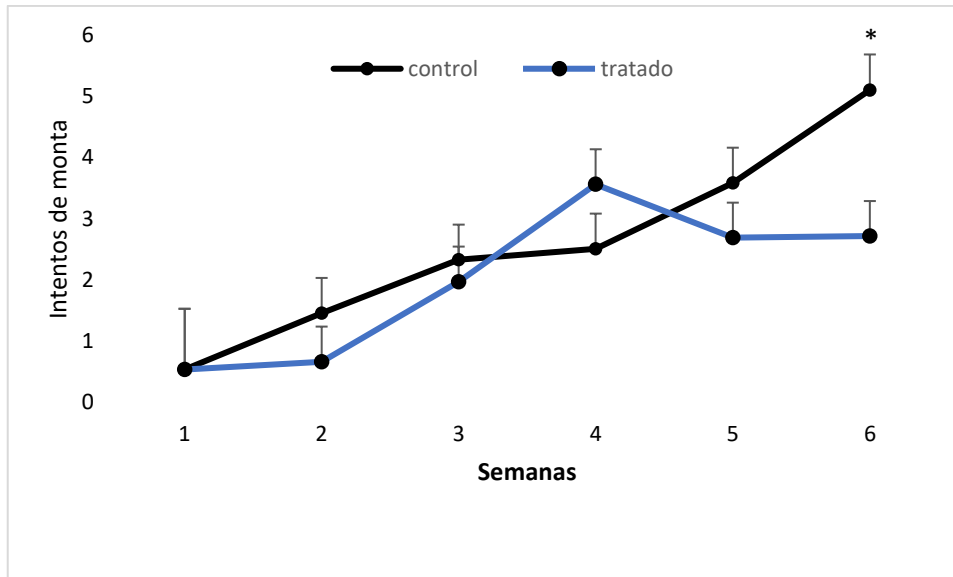
**Figura 5.- Interacción de número de olfateos a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina (\*= $P < 0.0001$ ).**

En el caso del número de flehmen (Figura 6), se presentaron mayor número de flehmen para los carneros del grupo testigo en las semanas 2 y 5 del estudio en comparación a los carneros tratados con Dinoprost trometamina.



**Figura 6.- Interacción de número de flehmen a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina (\*= $P < 0.05$ ).**

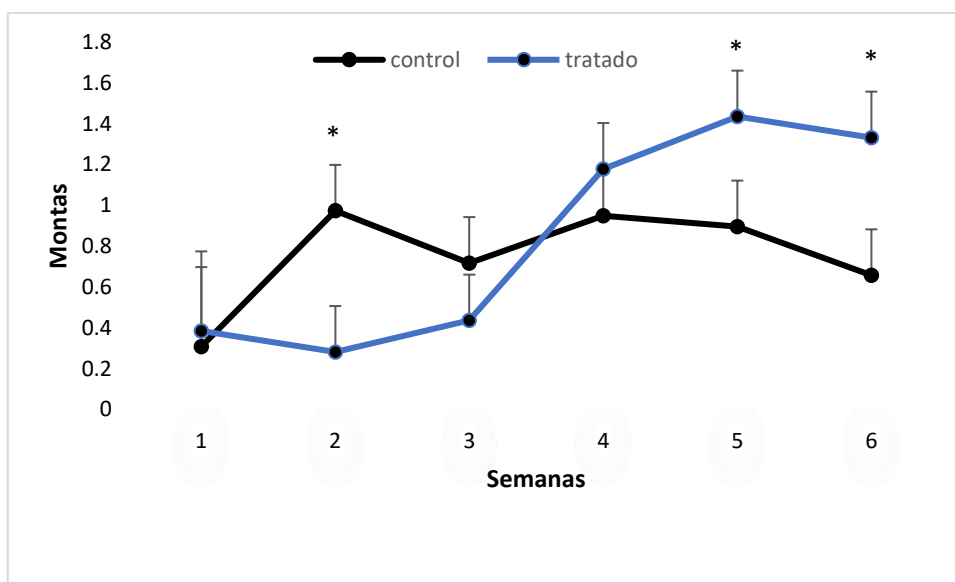
Igualmente, para intentos de monta, se puede observar en la figura 7 que durante el transcurso del estudio a excepción en la semana 4 estuvieron los valores más elevados para los animales del grupo testigo y sobre todo en la sexta semana ( $P<0.05$ ).



**Figura 7.- Interacción de intentos de monta a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina (\*= $P<0.05$ ).**



Por otra parte, el número de montas (Figura 8) fue superior para los carneros del grupo testigo en la segunda y tercera semana, para posteriormente a partir de la 4ª semana los carneros tratados con Dinoprost trometamina presentaron mayor número de montas.



**Figura 8.- Interacción de número de montas a través de la semana en corderos de pelo Saint Croix, tratados con Dinoprost Trometamina (\*= $P < 0.02$ ).**

## V. Discusión

De acuerdo a nuestra hipótesis en el presente estudio, se puede mencionar que el uso de Dinoprost trometamina tuvo efecto al menos en el número de montas dos semanas antes de finalizar el estudio. Para las variables de olfateos, flehmen y acercamientos laterales, las variaciones parecía ser no lineal y sin relación con el tratamiento. Sin embargo, en la mayoría de los comportamientos no se presentaron diferencias a excepción para el número de montas con eyaculado, favoreciendo a los carneros del grupo testigo, considerando que también presentaron mayor frecuencia de olfateos en comparación a los carneros tratados. También hubo un efecto acumulativo de las aplicaciones realizadas de Prostaglandina, ya que se observaron mayores diferencias a partir de la 4ª semana para los carneros tratados en cuanto al número de montas.

En general, si bien los carneros tratados, aumentaron su número de montas a partir de la 4ª semana, mientras adquirían experiencia sexual, parece ser que los carneros del grupo testigo mantuvieron estable y ascendente las variables precopulatorias como son OL, FL e IM, pero con menor número de montas, pero si fueron más eficientes en cuanto a las montas con eyaculado.

Estos resultados son muy diferentes de lo que se informó en los verracos, en el que diferentes investigadores (ver revisión de Estienne, 2014) observaron efectos positivos o ningún efecto sobre las variables de comportamiento sexual, como lo son restablecimiento del libido después de la monta, o bien el tiempo dedicado al entrenamiento del verraco para la extracción de semen con maniquí (ver revisión de Estienne, 2014), pero ningún efecto negativo sobre el tiempo de reacción a la monta y el tiempo de eyaculación.

La diferencia puede estar relacionada con la especie en sí, pero también con las prostaglandinas utilizadas, la dosis o el régimen de administración (Traas et al., 2004), sin embargo, no hay informes previos de tratamientos similares en carneros.

El entendimiento escaso de los mecanismos por los cuales las prostaglandinas estimulan el comportamiento sexual en los verracos, dificulta el conocimiento de por qué no se observaron efectos equivalentes en los corderos. En este sentido, si bien Estienne (2014) planteó algunas hipótesis, sostenía también que el mecanismo no está claro.

En este caso, la hipótesis principal propuesta por Estienne (2014) es que la respuesta a las prostaglandinas involucra al menos el hipotálamo, el cual regula el sistema nervioso autónomo. Sin embargo y debido a la poca información que se tiene al menos en verracos y caballos, las concentraciones de PGF2a en plasma sanguíneo aumentan durante la eyaculación normal (Veronesi et al., 2010).

Considerando que, en nuestro conocimiento, no existen investigaciones que determinen el mecanismo exacto de las prostaglandinas, parece ser que al menos en los verracos y en la mayoría de los estudios en esta especie, se tiene caracterizado que el efecto principal está dirigido en el proceso de aprendizaje para la extracción de semen del verraco y del restablecimiento más rápido después de una monta directa, ya que afecta el cerebelo y varios núcleos hipotalámicos (ver revisión de Estienne, 2014). En ratas, se ha documentado que la PGF2 $\alpha$  estimula las contracciones de los músculos lisos del tracto genital promoviendo el proceso de eyaculación (Cosentino et al., 1984).

Asimismo, en carneros, la administración combinada con oxitocina puede acortar el período necesario para la colección de semen utilizando el electro eyaculador (Ungerfeld et al., 2017). Sin embargo, no se sabe si este proceso también involucra estimulación central, como probablemente ocurre en el verraco (Estienne, 2014). Aunque es posible que los aumentos de su concentración durante el apareamiento también estén relacionados con la estimulación sexual, no hay estudios que demuestren un posible papel.

En general, la administración de una dosis única de Dinoprost trometamina antes de la prueba no tuvo efectos positivos en el desarrollo de los corderos en cuanto al comportamiento sexual. Debe tenerse en cuenta que en este estudio fue probada solamente una fuente de prostaglandina con una sola dosis de este análogo, y administrada en un solo momento. Por lo tanto, antes de descartar el uso de prostaglandinas como una alternativa para mejorar el comportamiento sexual de los carneros, se deben realizar más estudios que involucren otros análogos, dosis y / o regímenes de administración. También, se deben de seguir estudiando los efectos de las prostaglandinas en el sistema nervioso central de los mamíferos de importancia zootécnica.

## **VI. Conclusiones**

Bajo las condiciones en que se desarrolló la presente investigación, la administración de prostaglandinas en corderos de pelo sin experiencia sexual no tuvo efecto sobre el comportamiento sexual.

Se requiere realizar más estudios sobre el efecto de diferentes dosis y fuentes de prostaglandina, sobre las variables de calidad seminal.

## **VII. Referencias Bibliograficas**

- Abecia, J. A., Forcada, F., González-Bulnes, A. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3-4), 173-179.
- Alexander, G. M., Packard, M. G., Hines, M. 1994. Testosterone has rewarding affective properties in male rats: Implications for the biological basis of sexual motivation. *Behavioral Neuroscience*, 108(2), 424-428.
- Amiridis, G. S., y Cseh, S. 2012. Assisted reproductive technologies in the reproductive management of small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 130(3-4), 152-161.
- Amstislavskaya T. y Popova, N. 2004. Female-induced sexual arousal in male mice and rats: behavioral and testosterone response. *Hormones and Behavior*, 46, 544-550.
- Assinder, S. J., Carey, M., Parkinson, T., Nicholson, H. D. 2000. Oxytocin and vasopressin expression in the ovine testis and epididymis: changes with the onset of spermatogenesis. *Biology of Reproduction*, 63(2), 448-456.
- Baruselli, P. S., Reis, E. L., Marques, M. O., Nasser, L. F., Bó, G. A. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, 82, 479-486.
- Bedos, M., Muñoz, A.L., Orihuela, A., Delgadillo, J.A. 2016. The sexual behavior of male goats exposed to long days is as intense as during their breeding season. *Applied Animal Behaviour Science*. 184, 35-40.
- Beracochea, F., Viera, M. N., Acevedo, L., Santiago-Moreno, J., Ungerfeld, R. 2018. Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) improves bucks' semen quality during the nonbreeding season. *Reproduction in Domestic Animals*. 53, 1096-1102.
- Binelli, M. 2006. Physiological, pharmacological and endocrine Basic of treatments aiming synchronization and ovulation of follicles in cattle. *Acta Scientiae Veterinariae* 34(suppl.1): 1-7 pag.
- Bonilla-Jaime, H., Vázquez-Palacios, G., Arteaga-Silva, M. Retana-Marquez, S. 2006. Hormonal responses to different sexually related conditions in male rats. *Hormones and Behavior*, 49, 376-382.

- Capitan, S. S., Antiporda, G. S., Momongan, V. G. 1990. Reaction time, semen output and semen quality of buffalo bulls after pre-collection injection of prostaglandin F2 alpha (PGF2 Alpha). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 3(4), 343-346.
- Çebi Şen, Ç., Tekin, K., Cil, B., Akcay, E. 2019. The Effects of Oxytocin and PGF 2 $\alpha$  Injections on Semen Quality and Libido in Buck. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 25(5).
- De Rensis, F., Saleri, R., Tummaruk, P., Techakumphu, M., Kirkwood, R. N. 2012. Prostaglandin F2 $\alpha$  and control of reproduction in female swine: a review. *Theriogenology*, 77(1), 1-11.
- Dorniak, P., Bazer, F. W., Spencer, T. E. 2011. Prostaglandins regulate conceptus elongation and mediate effects of interferon tau on the ovine uterine endometrium. *Biology of Reproduction*, 84(6), 1119-1127.
- Egu, U. N., Okonkwo, J. C., Etusim, P. E. 2016. Effect of Gonadotrophin (Pergonal®) on Body Size, Reproductive Characteristics and Sperm Reserves of Mature Ouda Rams. *Journal of Agricultural Science and Practice*, 1, 65-71.
- Estienne, M.J., Harper, A.F. 2000. PGF2 $\alpha$  facilitates the training of sexually active boars for semen collection. *Theriogenology*. 54, 1087–1092.
- Estienne, M.J., Harper, A.F. 2004. Semen characteristics and libido in boars treated repeatedly with PGF2 $\alpha$ . *Journal of Animal Science*, 82, 1494–1498.
- Estienne, M. 2014. A review of the effects of prostaglandins on sexual behavior in boars. *Applied Animal Behaviour Science*. 154. 10.1016/j.applanim.2014.02.001.
- Fortier, M. A., Krishnaswamy, K., Danyod, G., Boucher-Kovalik, S., Chapdalaine, P. 2008. A postgenomic integrated view of prostaglandins in reproduction: implications for other body systems. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 59(Suppl 1), 65-89.
- Fierro, S., Gil, J., Viñoles, C., Olivera-Muzante, J. 2013. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology*, 79(3), 399-408.
- Fourie, P. J., Schwalbach, L. M., Neser, F. W. C., Van der Westhuizen, C. 2004. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions. *Small Ruminant Research*, 54(1-2), 53-59.
- França L.R., Avelar G.F., Almeida F.F.L. 2005. La espermatogénesis y el tránsito de los espermatozoides a través del epidídimo en mamíferos con énfasis en cerdos. *Teriogenología*, 62 (2), 300-318

- Gastel T. 1995. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. *Anim Rep Sci*; 40: 59-75.
- Goldman, B. D. 2001. Mammalian photoperiodic system: formal properties and neuroendocrine mechanisms of photoperiodic time measurement. *Journal of Biological Rhythms*, 16(4), 283-301
- Gouletsou, P. G., Fthenakis, G. C. 2010. Clinical evaluation of reproductive ability of rams. *Small Ruminant Research*, 92(1-3), 45-51.
- Guraya, S. S. 2012. *Biology of spermatogenesis and spermatozoa in mammals*. Springer Science & Business Media.
- Hedia, M. G., El-Belely, M. S., Ismail, S. T., El-Maaty, A. M. A. 2019. Monthly changes in testicular blood flow dynamics and their association with testicular volume, plasma steroid hormones profile and semen characteristics in rams. *Theriogenology*, 123, 68-73.
- Hertelendy, F., y Zakár, T. 2004. Prostaglandins and the myometrium and cervix. *Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids*, 70(2), 207-222.
- Hetta, J. y Meyerson, B. 1978. Effects of different endocrine conditions of the incentive animals, on sex-specific orientation in the male rat. *Acta Physiologica Scandinavica Suppl.*, 453, 29-45.
- Hochereau-de Reviers, M.T., Monet-Kuntz, C., y Courot, M. 1987. Spermatogenesis and Sertoli cell numbers and function in rams and bulls. *Journal Reproduction Fertility. Suppl.* 34, 101–114.
- Jalmeria, N. S., Panth, S., Pandita, S., Roy, A. K., Ashutosh, M., Mohanty, T. K., Gupta, D. 2020. Seasonal variations in hormones and enzymes of seminal plasma and its relationship with semen quality in crossbred cattle bulls. *Biological Rhythm Research*, 51(4), 633-643.
- Johnson, L., Varner, D. D., Roberts, M. E., Smith, T. L., Keillor, G. E., Scrutchfield, W. L. 2000. Efficiency of spermatogenesis: a comparative approach. *Animal Reproduction Science*, 60, 471-480.
- Keisler, D.H., Lucy, M.C. 1996. Perception and interpretation of the effects of undernutrition on reproduction. *Journal of Animal Science*. 74 (Suppl. 3): 1-17.
- Kustritz, M. V. R., Hess, M. 2007. Effect of administration of prostaglandin F2alpha or presence of an estrous teaser bitch on characteristics of the canine ejaculate. *Theriogenology*, 67(2), 255-258.

- Legan, J.S., Karsch, J.F. 1979. Neuroendocrine regulation of the estrous cycle and seasonal breeding in the ewe. *Biology of Reproduction*, 20: 74-85.
- Lincoln, G.A. 2002. Neuroendocrine regulation of seasonal gonadotrophin and prolactin rhythms: lessons from the Soay ram model. *Reproduction (Suppl.)*; 59: 131-147.
- Malpaux, B., Migaud, M., Tricoire, H., Chemineau, P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pineal gland and melatonin. *Journal of Biological Rhythms*, 16(4), 336-347.
- Mann, T., y Lutwak-Mann, C. 2012. Male reproductive function and semen: themes and trends in physiology, biochemistry and investigative andrology. Springer Science & Business Media.
- Martin, G. B., Blache, D., Miller, D. W., Vercoe, P. E. 2010. Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Animal: an international journal of Animal Bioscience*, 4(7), 1214.
- Neto, F. T. L., Bach, P. V., Najari, B. B., Li, P. S., Goldstein, M. 2016. Spermatogenesis in humans and its affecting factors. In *Seminars in Cell & Developmental Biology* (Vol. 59, pp. 10-26). Academic Press.
- Oatley, J. M., Tibary, A., De Avila, D. M., Wheaton, J. E., McLean, D. J., Reeves, J. J. 2005. Changes in spermatogenesis and endocrine function in the ram testis due to irradiation and active immunization against luteinizing hormone-releasing hormone. *Journal of Animal Science*, 83(3), 604-612.
- Pérez-Clariget R., Forsberg M., López A., Castrillejo A. 1998. Effects of nutrition on seasonal changes in scrotal circumference, testosterone and pituitary responsiveness to exogenous GnRH in Corriedale rams. *Small Rum Res*; 29(1): 61-69.
- Quintanilla-Medina, Jairo Jeú, González-Reyna, Arnoldo, Hernández-Meléndez, Javier, Limas-Martínez, Andrés Gilberto, Carreón-Pérez, Alejandro, & Martínez-González, Juan Carlos. 2018. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo en el noreste de México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 544-551.
- Sachs, B. D. y R. L. Meisel. 1988. The physiology of male sexual behavior. En: Kaobil. E. y J. Neill (Eds). *The physiology of reproduction*. Raven Press, New York, pp 1393-1485
- Schillo, K.K. 1992. Effects of dietary energy of control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *Journal of Animal Science*. 70: 1271-1282.



- Şen, Ç. Ç., Akcay, E. 2015. The effect of oxytocin and prostaglandin hormones added to semen on stallion sperm quality. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 39(6), 705-708.
- Snyder, J.L., Clapper, J.A., Roberts, A.J., Sansón, D.W., Hamernik, D.L., Moss, G.E. 1999. Insulin-like growth factor-I, insulin-like growth factor-binding proteins, and gonadotropins in the hypothalamic-pituitary axis and serum of nutrient-restricted ewes. *Biology of Reproduction*. 61: 219-224.
- Takahashi, T., Hagiwara, A., Ogiwara, K. 2018. Prostaglandins in teleost ovulation: A review of the roles with a view to comparison with prostaglandins in mammalian ovulation. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 461, 236-247.
- Tatman, W.R., Judkins, M.B., Dunn, T.G., Moss, G.E. 1990. Luteinizing hormone in nutrient-restricted ovariectomized ewes. *Journal of Animal Science*. 68: 1097-1102.
- Traas, A. M., Kustritz, M. V. R. 2004. Effect of administering oxytocin or prostaglandin F<sub>2α</sub> on characteristics of the canine ejaculate. *The Canadian Veterinary Journal*, 45(12), 999.
- Ungerfeld R. 2012. Seasonal reproductive patterns and effectiveness as teasers (ram effect) of Corriedale and Milchschaaf rams. *Animal Production Science*; 52: 1036-1041.
- Velasco, A., y Ruiz, S. 2021. New Approaches to Assess Fertility in Domestic Animals: Relationship between Arterial Blood Flow to the Testicles and Seminal Quality. *Animals*, 11(1), 12.
- Weems, C. W., Weems, Y. S., Randel, R. D. 2006. Prostaglandins and reproduction in female farm animals. *The Veterinary Journal*, 171(2), 206-228.
- Werner, H., Raizada, M.K., Mudd, L.M., Foyt, H.L., Simpson, LA, Roberts, C.T., LeRoith, D. 1989. Regulation of rat brain/Hep G2 glucose transporter gene expression by insulin and insulin-like growth factor I in primary cultures of neuronal and glial cells. *Endocrinology*. 125: 314-320.
- Wilde O. R., 1979. Las prostaglandinas en la reproducción del ganado; una revisión. *Rev. Agronom. NOA*. 15(14) : 307-355p.
- Zeng W., Avelar G.F., Rath R., Franca L.R., Dobrinski I. 2006. The length of the spermatogenic cycle is conserved in porcine and ovine testis xenografts. *Journal of Andrology*, 27(4), 527-533.